3-280-434-**02**(1)

Noise Canceling Headphones

プロダクトインフォメーション JP

Product Information GB

MDR-NC500D

目次

JP

1. はじめに

本機は、ソニーが世界に先駆けて開発したデジタルノイズキャンセリングヘッドホンです。
この開発にあたっては、ソニーが持てる音響解析技術やデジタル信号処理技術、トランスデューサー技術の全てを投入いたしました。
ノイズキャンセリング機能をデジタル化することによって、従来のアナログ信号処理では実現することが困難であった以下の点において、性能向上を果たすことができました。

- 高いキャンセリング性能
- AI（Artificial Intelligence）ノイズキャンセリング機能
- 卓越したサウンドクオリティー
- 高SN比

2. 本機の動作原理ならびに構成

ノイズキャンセリングヘッドホンは、本体に内蔵された小型の検出マイクロホンで集音した周囲の騒音をノイズキャンセリング回路で解析し、キャンセル信号を作り出します。

このキャンセル信号と接続機器からの再生信号を重ねてドライバーユニットから再生することで、周囲の騒音は小さくなり、より明瞭に音楽を聴くことができます。

1騒音(元の音)の波形
ヘッドホンに内蔵された検出マイクロホンで周囲からの騒音を集音、ノイズキャンセリング回路がその信号を解析。

2逆位相の音の波形
解析した騒音を打ち消す逆位相の音を発生。

3合成されて消えた音の波形
元の音に逆位相の音を重ね、元の音を打ち消す。
これにより鼓膜位置での騒音を低減します。

騒音のキャンセリングにあたっては、以下の二つの方式が主に使用されています。

- フィードバック方式
- フィードフォワード方式

次のページへつづく

2.1. フィードバック方式とフィードフォワード方式

フィードバック方式

本機では「フィードバック方式」のノイズキャンセリング機能を採用しています。

フィードバック方式では、耳元に近い位置に検出マイクロホンを配置します。より耳元に近い位置で騒音を集音することによって、精度の高いノイズキャンセリング効果を得ることが可能になります。

検出マイクロホンが集音した騒音の信号をノイズキャンセリング回路（以下NC回路）がリアルタイムで解析、鼓膜位置での騒音が常に最小になるようなキャンセル信号を作り出してドライバーユニットから再生します。

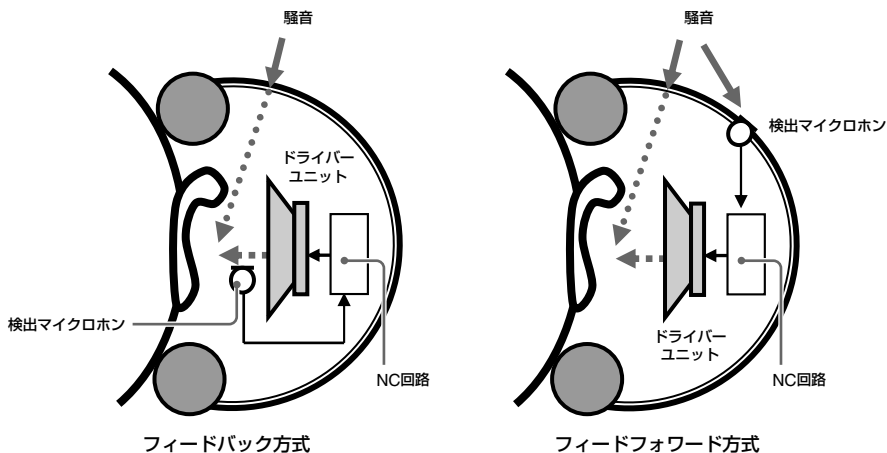
この方式の採用によって、より高いキャンセリング効果と、変化する騒音成分への対応を可能にしています。

フィードフォワード方式

フィードフォワード方式では、ヘッドホン外部に検出マイクロホンを配置します。

検出マイクロホンが収集した騒音信号をNC回路が解析し、騒音が鼓膜に到達した際にどのような音になるかを推測します。そしてこの推測結果から、騒音が最小になるようなキャンセル信号を作り出して、ドライバーユニットから再生します。

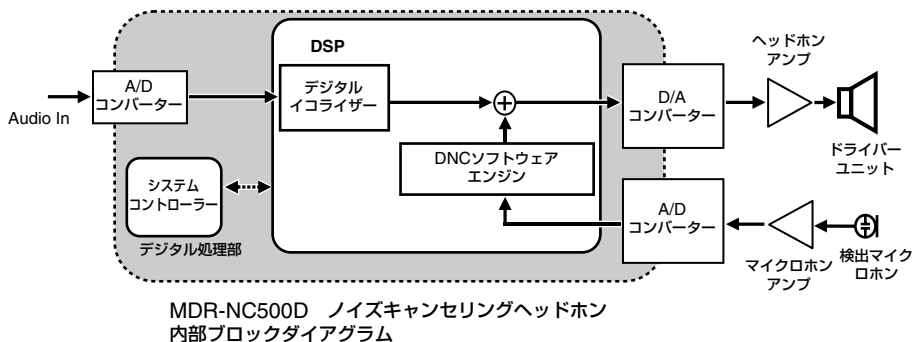
この方式は、スペースに制約のある耳孔近くに検出マイクロホンを配置する必要がないので、ヘッドホンの小型化に適しています。

フィードバック方式　　フィードフォワード方式

フィードバック方式とフィードフォワード方式の比較

	フィードバック方式	フィードフォワード方式
ノイズキャンセリング効果	◎	○
個人差・装着差による影響	○	△
小型化	△	○

2.2. 本機のシステム構成

本機の内部ブロックダイアグラムを以下に示します。

MDR-NC500D　ノイズキャンセリングヘッドホン
内部ブロックダイアグラム

本機の検出マイクロホンは、耳元付近で騒音を集音します。騒音の信号は、マイクロホンアンプや高速A/Dコンバーターを経てデジタル化され、DSPに入力後にDSP内部のDNCソフトウェアエンジンが、元の騒音と逆の位相をもつキャンセル信号を作り出します。

高速A/D,D/A
コンバーター

一方、オーディオ入力端子より供給された音楽ソースの再生信号は、高速A/Dコンバーターでデジタル化され、DSPに入力後にDSP内部のデジタルイコライザーで周波数特性を整えたあと、キャンセル信号が加算され、高速D/Aコンバーターからヘッドホンアンプ、ドライバーユニットを経て、音として再生されます。

この再生音と外部からの騒音が耳元で交じり合うことで環境騒音のみが打ち消され、静かに音楽などを楽しむことが可能になります。

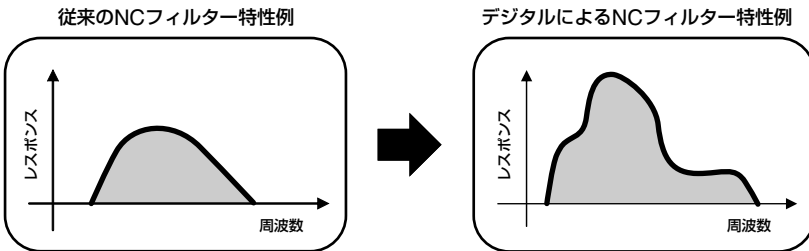
次のページへつづく

2.3. デジタル化のメリット

ノイズキャンセリングヘッドホンの性能は、騒音を検出するマイクロホンから、キャンセル信号を再生するドライバーユニットまでの間にあるフィルター回路(NCフィルター)の性能に大きく影響されます。

本機において、ノイズキャンセリング用のフィルター回路は、新開発された「DNCソフトウェアエンジン」のデジタル信号処理としてDSP上で実現されます。

デジタル信号処理は、演算処理結果が正確、理論上のばらつきがない、電気的ノイズが発生しないなどの一般的な利点だけでなく、これまでのアナログフィルターでは実現できなかった特殊なフィルター形状が作成可能になる利点もあります。

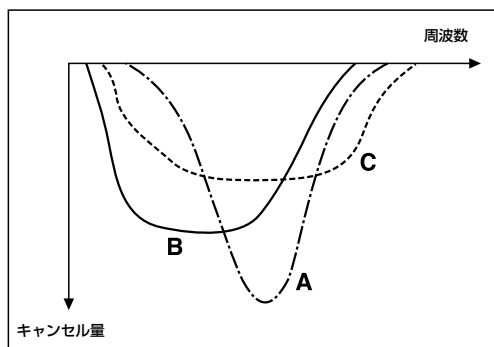
DNCソフトウェアエンジンの開発では、より効果的なノイズキャンセリングを実現するために、内部フィルター演算処理のアーキテクチャを徹底的に検討しました。ソニーのデジタル音響処理のノウハウを投入し、ノイズキャンセリング処理に特化したソフトウェアエンジンを構築、さらに演算精度を高めたことで、残留ノイズが少なく、高SN比なノイズキャンセリングが可能になりました。

3. AIノイズキャンセリング機能

一口に環境騒音といっても、使用するシーンによってその特性もさまざまです。

例えば航空機内では、中低域の周波数帯に大きな騒音のエネルギーがあり、その他の帯域は比較的少ない傾向があります。一方オフィスなどの環境では、騒音のエネルギーそのものは小さいながらも広い帯域にわたって分布しています。

本機ではキャンセル量をコントロールするフィルター回路をデジタル化し、ソフトウェアによる制御としました。これによってフィルター特性の切り換えが可能となり、お使いの環境で最も適したフィルター特性（ノイズキャンセリングモード）を本機が自動選択する、AIノイズキャンセリング機能を実現しています。

AIノイズキャンセリング機能

その場の騒音を分析し、
最適なキャンセリングモードを自動選択

* マニュアル操作でのモード選択も可能です。

NCモードA
主に航空機内の騒音を効果的に低減

NCモードB
主にバス・電車の騒音を効果的に低減

NCモードC
主にオフィス・勉強部屋等、OA機器・空調機器の騒音を効果的に低減

次のページへつづく

3.1. AIノイズキャンセリング機能の動作

実際のAIノイズキャンセリング機能の動作は以下の通りです。

1 AI NC MODEスイッチを押して解析プログラムを起動*。
2 内蔵のDSPが、検出マイクロホンからの騒音の音響情報を解析。
その特徴量を抽出し、最も効果的なノイズキャンセリングモードを選択します。
3 選択されたモードでノイズキャンセリングの動作を開始。

* 解析中は正確な騒音情報の収集のため音楽ソースの再生およびノイズキャンセリング機能を一時的に停止します。

本機は上記の処理を約3秒間という短時間で完了します。

AIノイズキャンセリング（AINC）の解析アルゴリズムは、より騒音が耳につきやすい周波数帯域を重視するなど、聴覚心理学に基づいた演算手法を独自に開発しました。まさに人間の感覚に追従する「考えるヘッドホン」の実現です。

デジタルだからこそ可能になったAIノイズキャンセリング機能で、快適なキャンセリング効果をお楽しみください。

本機に採用のDSP

4. 専用ドライバーユニット

フィードバック型のヘッドホンにおいて、より広いキャンセル帯域を得るには、ドライバーユニットの出力から検出マイクロホンへの入力の間で起こる時間遅れを最短に留める必要があります。

本機では検出マイクロホンをドライバーユニットと一体化。時間遅れを最短化することで、安定的かつ広帯域のキャンセリング性能を実現しました。

また、強化ダイアフラムの採用により、超低域で発生する大音圧の環境騒音に対するキャンセリング性能が大幅に向上しました。

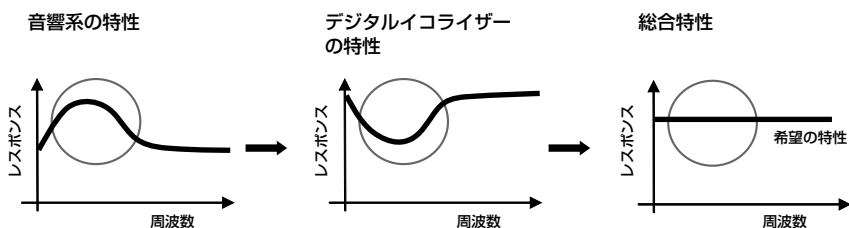
ドライバーユニット

5. デジタルならではの高音質

本機ではNC回路のデジタル化を実現するとともに、音楽再生系にデジタルイコライザーを採用しました。

ノイズキャンセリングヘッドホンの音響系は、限られた電力で最大限の効果を得るため、一般的に低音域を強調した設計を行います。また原理上、フィードバック方式のノイズキャンセリングヘッドホンでは、音楽信号もキャンセリング機能の影響を受けてしまうため、再生音質にも影響が現れてしまいます。

これらの問題解決のためにオーディオ入力側に設けられるのが、イコライザー回路です。本機に搭載のデジタルイコライザーは、この音質に対する影響を抑えるとともに、ドライバーユニット本来の性能を最大限に発揮せしめる高音質化処理も行っています。

ソニーのAVアンプやHi-Fiオーディオ機器で培われた高精度高音質のデジタルイコライジング技術を惜しみなく投入し、さらにシステムに最適化した新開発の演算処理方法を採用することで、低音域の重厚感から高音域の伸びやかさまで、音楽ソースを臨場感豊かな音で再生することが可能になりました。

6. 軽量メカニズム

ハウジングおよびハンガー部にはマグネシウム材を、ヘッドバンド部には超々ジュラルミン材を採用。これらを惜しみなく使用することで、質量は195 gという、従来比*で10 %以上もの軽量化を達成しました。

* MDR-NC60との比較において

7. その他の特長

7.1. モニター機能

人に話しかけられたときなどに、再生中の音楽などを消音して周囲の音を聞きとりやすくするモニター機能を搭載。ヘッドホンを装着したままでも、スイッチを押すだけで航空機内や電車内でアナウンスなどが聞きとれます。

モニター中もノイズキャンセリング機能の働きで、気になる騒音を低減します。

7.2. スイーベル機構

ハウジング部の回転により、収納時の厚みを減らす機構を採用。持ち運びの利便性を考慮しました。

7.3. 着脱式接続コード

ヘッドホン接続コードの本体側を着脱可能にしました。組み合わせる機器に応じて最適な長さの接続コードを付属品から選んでお使いいただけます。音楽などを再生せずにノイズキャンセリング機能のみを使用する場合には、接続コードを取りはずすと快適にお使いいただけます。

また、電池ケース付き接続コードは、電源を供給する役割も兼ねる接続コードです。内蔵リチウムイオン充電池での使用とあわせて、さらに長時間の使用が可能になります。

7.4. 3電源対応

内蔵リチウムイオン充電池、単3形アルカリ乾電池*[1]、ACパワーアダプターの3種類の電源方式をサポート。ACパワーアダプターは、100 V－240 Vのマルチボルテージ式を採用。世界中のほとんどの地域でご使用いただけます*[2]。

*1 電池ケース付き接続コード使用時。単3形アルカリ乾電池2本を使用。

*2 異なる形状のコンセントで使用するには別売りのプラグアダプターが必要です。

7.5. 高音質BTLヘッドホンアンプ

ヘッドホンアンプには、BTL（Bridged Transformer-Less）タイプを使用。広いダイナミックレンジを実現し、迫力あるサウンドをお楽しみいただけます。

附録： ノイズキャンセリングヘッドホンの キャンセリング性能表示

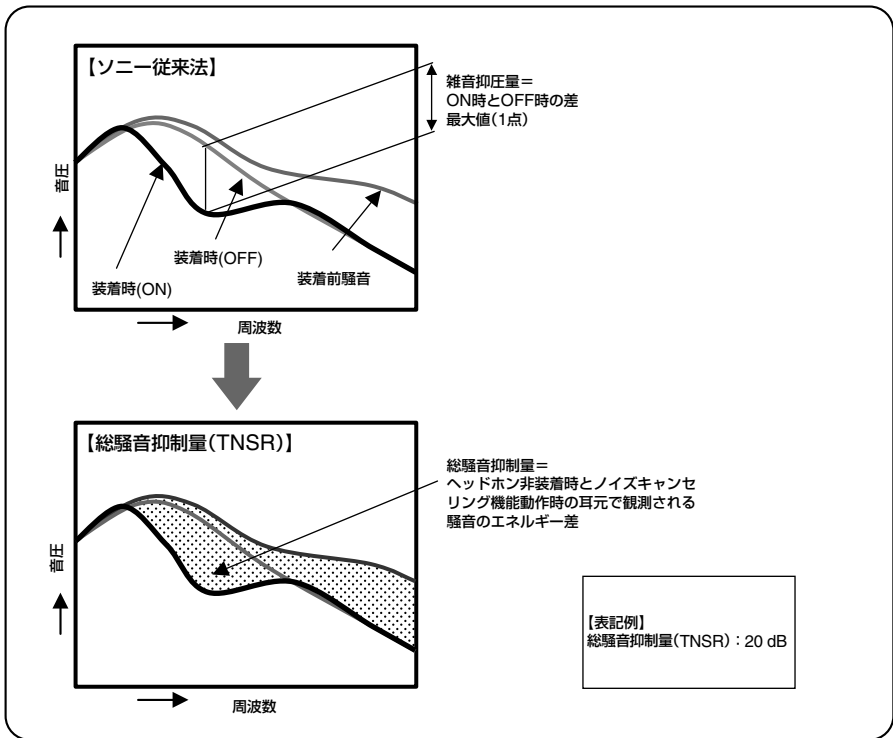
1.1. 総騒音抑制量

ノイズキャンセリングヘッドホンの総騒音抑制量（Total Noise Suppression Ratio : TNSR）は次式で表されます。

$$TNSR = 10 \log (P / P_0)$$

- P_0 = ヘッドホンをはずした状態で、耳元で観測される音のエネルギー
- P = ヘッドホン装着状態で、耳元で観測される音のエネルギー

* 上記の音のエネルギーは、聴感補正済みのものです。

総騒音抑制量は幅広いスペクトル特性を用いた騒音信号を使用して測定される値です。ある一点の周波数でのキャンセル量を測定する方法と比較して、実際の使用環境でのキャンセリング性能をより客観的に評価することが可能になります。また航空機や電車など実在する騒音のスペクトラム分布をシミュレートした信号を使用することで、それぞれの騒音環境におけるキャンセリング性能を評価することが可能です。

総騒音抑制量（代表値）

単位：dB

	飛行機	電車・バス	オフィス
NCモードA	20.0	18.0	17.1
NCモードB	17.0	20.3	18.3
NCモードC	14.9	15.0	18.9

- 各騒音シミュレート音源は、当社規定のものです。
- 参考：雑音抑圧量（ソニー従来法）　25 dB以上（モードA時）

Content

1. Introduction

MDR-NC500D is the Digital Noise Canceling Headphones, which Sony developed as the first of their kind in the world.

For this development, Sony put in all of its acoustical analysis technology, digital signal processing technology and transducer technology.

By digitizing the noise canceling function, we succeeded in improving the performance in the following points which, were difficult to be addressed with the conventional analog signal processing:

- High canceling performance
- AI (Artificial Intelligence) Noise Canceling function
- Excellent sound quality
- Higher Signal to Noise ratio

2. Principle of Operation of MDR-NC500D and Its Configuration

The noise canceling headphones make a canceling signal by analyzing with their noise canceling circuit the surrounding noise collected by the small noise detection microphone built in their main body.

With this canceling signal superimposed on the regenerative signal from the connected equipment, reproduction from the driver unit reduces surrounding noise and makes it possible to listen to music more clearly.

1. Waveform of noise (original sound)
Surrounding noise is collected by the noise detection microphone built in the headphones and its signal is analyzed with the noise canceling circuit.

2. Inverted sound waveform
The inverted sound, which can negate the analyzed noise, is generated.

3. Sound waveform canceled by superimposition
By overlaying the original sound with the inverted sound, the original sound is negated. This reduces noise at the eardrum.

For the noise canceling, the following two methods are mainly used:

- Feedback type
- Feedforward type

Continued

2.1. Feedback Type and Feedforward Type

Feedback type

The noise canceling function of the “feedback type” is used in MDR-NC500D.

In the feedback type, the noise detection microphone is placed close to the ear.

By collecting noise in the position closer to the ear, a noise canceling effect with high accuracy can be obtained.

The audio signal of noise collected by the noise detection microphone is analyzed on real time with the noise canceling circuit (NC circuit), producing a canceling signal to always minimize the noise at the eardrum. The canceling signal is reproduced from the driver unit.

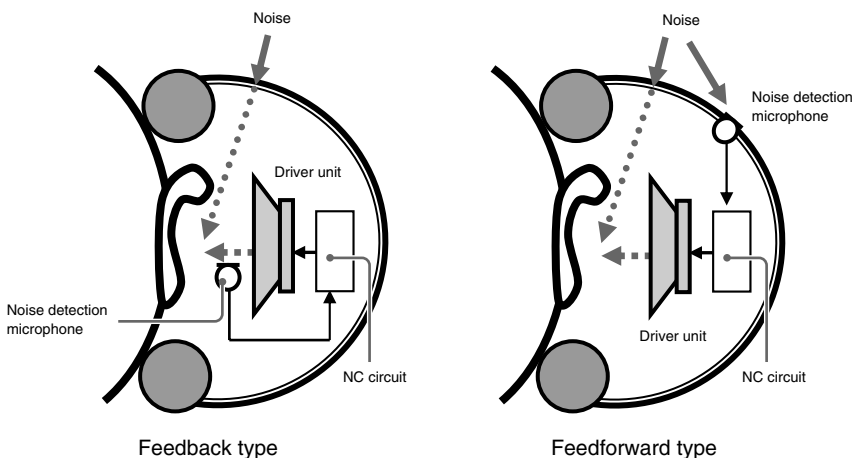
Using this method enables the cancellation effect to be increased with the changing environmental noise addressed.

Feedforward type

In the feedforward type, the noise detection microphone is attached outside the headphones.

The NC circuit analyzes the noise signal collected by the noise detection microphone to estimate what kind of sound the noise will become when it comes to the eardrum. And from this estimated result, a canceling signal to minimize the noise is made and it is reproduced from the driver unit.

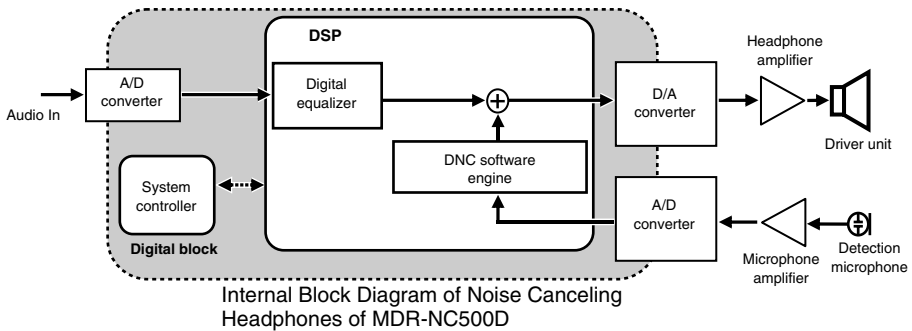
This type enables miniaturization of the headphones since it is not necessary for the noise detection microphone to be located near the ear where space is limited.

Feedback type　　Feedforward type

Comparison between Feedback Type and Feedforward Type

	Feedback type	Feedforward type
Noise canceling effect	Excellent	Good
Anti dependency of noise canceling effect against individual difference / fitting difference.	Better	Average
Miniaturization	Less suitable	More suitable

2.2. System configuration of MDR-NC500D

The Internal Block Diagram of MDR-NC500D is shown below:

Internal Block Diagram of Noise Canceling Headphones of MDR-NC500D

The noise detection microphone of MDR-NC500D collects noise around the ear.

The noise signal is digitized through the microphone amplifier and high-speed A/D converter and is inputted in Digital Signal Processor (DSP). Then the DNC software engine inside DSP generates the canceling signal, which is inverted to the original noise.

Meanwhile, the regenerative signal of a music source supplied from the audio input terminal is digitized by the high-speed A/D converter and is inputted in DSP. Then, its frequency characteristic is adjusted by the digital equalizer inside DSP. After the canceling signal is added, the regenerative signal is reproduced as a sound by way of the high-speed D/A converter, the headphone amplifier and the driver unit.

Mixing of the reproduced sound and the outside noise at the ear negates only environmental noise, making it possible to enjoy music etc. calmly.

High-speed A/D, D/A converter

Continued

2.3. Advantages of Digitization

The performance of noise canceling headphones greatly depends on the efficiency of the filter circuit (NC filter) between the microphone to detect noise and the driver unit to reproduce the canceling signal.

In MDR-NC500D, the filter circuit for noise canceling is realized on the DSP as the digital signal processing of the newly developed “DNC software engine.”

In addition to general advantages such as accurate computation results, no theatrical variation, and no electric noise, the digital signal processing has also the advantage of making it possible to create special filter shapes, which were not able to be realized with existing analog filters.

During the development of the DNC software engine, the architecture of internal filter computation was thoroughly examined in order to implement a more effective noise canceling.

The know-how of Sony’s digital sound treatment was used to construct a software engine specialized in the noise canceling treatment and the calculation accuracy was heightened. Noise canceling with less residual noise and higher Signal to Noise ratio was made possible.

3. AI Noise Canceling Function

The characteristics of environmental noise vary with the scene to be used.

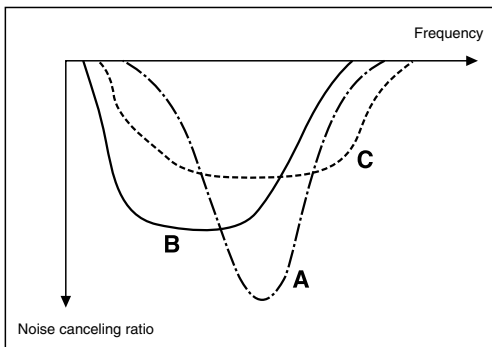
In an airplane, for example, low and midrange frequencies can have a large noise energy and other frequency ranges have a smaller noise energy.

On the other hand, in the environment such as an office, the noise energy is small but distributed over a wider range.

In MDR-NC500D, the filter circuit to control a noise canceling ratio was digitized and it is controlled by software.

This enables the filter characteristic to be switched: AI Noise Canceling function with which MDR-NC500D selects automatically the filter characteristic (noise canceling mode) that is the most suitable for the user's environment.

AI Noise Canceling function

Digital technology allows selection from multiple noise canceling modes.
The headphones analyze the outside noise and automatically select the optimal canceling mode.

* Manual mode selection is also possible.

NC MODE A
Noise mainly in an airplane is effectively reduced.

NC MODE B
Noise mainly in a bus or a train is effectively reduced.

NC MODE C
Noise mainly found in an office environment (PC, copier, air ventilation, etc.) is effectively reduced.

Continued

3.1. Operation of AI Noise Canceling function

The operation of actual AI Noise Canceling function is as follows:

1. Press the AI NC MODE button to start the analysis program. *
2. Built-in DSP analyzes the sound information of noise from the noise detection microphone.
   Its specific value is extracted from the signal and the most effective noise canceling mode is selected.
3. The noise canceling operation is started in the selected mode.

* During analysis, reproduction of music source and noise canceling function are temporarily stopped in order to gather exact noise information.

MDR-NC500D completes the above-mentioned processing in a short time of about 3 seconds.

The analysis algorithm of AI Noise Canceling (AINC) developed a proprietary calculation technique based on the Auditory psychology emphasizing the frequencies, which make noise more audible to the ear.

It is the very realization of "smart headphones" which can follow man's feeling.

With the AI Noise Canceling function only made possible by Digital, please enjoy its comfortable canceling effect.

DSP used in MDR-NC500D

4. Specialized Driver Unit

In order that feedback type headphones obtain a wider canceling range, it is necessary to minimize the time delay between the output of the driver unit and the input to the noise detection microphone.

By integrating the noise detection microphone with the driver unit to minimize the time delay, MDR-NC500D achieved a stable and wider range canceling performance.

Moreover, the use of re-informed diaphragm significantly improved the canceling performance against environmental noise with a high sound pressure that is generated in a very low frequency.

Driver unit

5. High-Quality Sound Unique to Digital

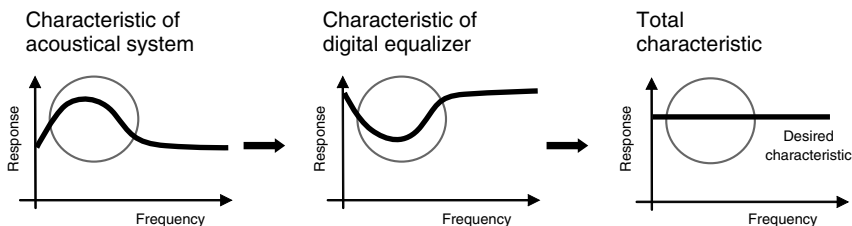
MDR-NC500D digitized the NC circuit and used the digital equalizer in the playback system.

The acoustical system of noise canceling headphones is generally based on the design, which emphasizes low frequency in order to maximize the effect with limited electric power.

Moreover, in the case of the noise canceling headphones of feedback type, in principle their music signal is impacted by the canceling function, so that the quality of the reproduced sound is also impacted.

To solve these problems, an equalizer circuit is prepared in the audio input side.

The digital equalizer mounted in MDR-NC500D blocks the impact on the sound quality and also brings about high-quality sound to maximize the intrinsic performance of the driver unit.

By generously providing the digital equalizing technology accumulated with Sony's AV amplifiers and Hi-Fi audiovisual apparatus and using the newly developed computation method optimized to the system, it was made possible to reproduce a music source with a sense of realism from deep bass to silky highs.

6. Weight saving mechanism

Magnesium and 7075 aluminum are used as the material for the housing and the headband, respectively.

By using these unstintingly, the mass is reduced to as small as 195 g or more than 10 % weight reduction. *

* In comparison with MDR-NC60.

7. Other Features

7.1. Monitor function

MDR-NC500D is equipped with the monitor function to make the surrounding sound more audible by muting music etc. during reproduction when you are spoken to, for example.

While wearing the headphones, you can hear an announcement etc. in an airplane or in a train only by pressing the button.

During monitoring, disturbing noise can be reduced by the noise canceling function.

7.2. Swivel mechanism

A mechanism to reduce the storage thickness by rotation of the housing is used in order to enhance portability. (Swivel mechanism)

7.3. Detachable connecting cord

The main body side of the headphones connecting cord is detachable.

According to the equipment in combination, you can select the connecting cord of optimal length from accessories. When using the noise canceling function without any music playback, etc., disconnect the cord for comfortable use.

Moreover, the connecting cord with battery case also serves as power source.

MDR-NC500D can be used longer in combination with the built-in lithium ion rechargeable battery.

7.4. Power supply

MDR-NC500D supports three kinds of power supply methods: Built-in lithium-ion rechargeable battery, Alkaline LR03 (size AA) battery *[1] and AC power adaptor.

The AC power adaptor is of 100 V to 240 V multi-voltage type.

It can be used almost all over the world. *[2]

*[1] When the connecting cord with battery case is used. Two Alkaline LR03 (size AA) batteries are used.

*[2] Use with the outlet of a different shape needs an optional plug adapter.

7.5. High-quality sound BTL headphone amplifier

The headphone amplifier is of BTL (Bridged Transformer-Less) type.

You can enjoy a powerful sound with a wide dynamic range.

1.1. Total Noise Suppression Ratio

Total Noise Suppression Ratio (TNSR) of noise canceling headphones is expressed with the following formula:

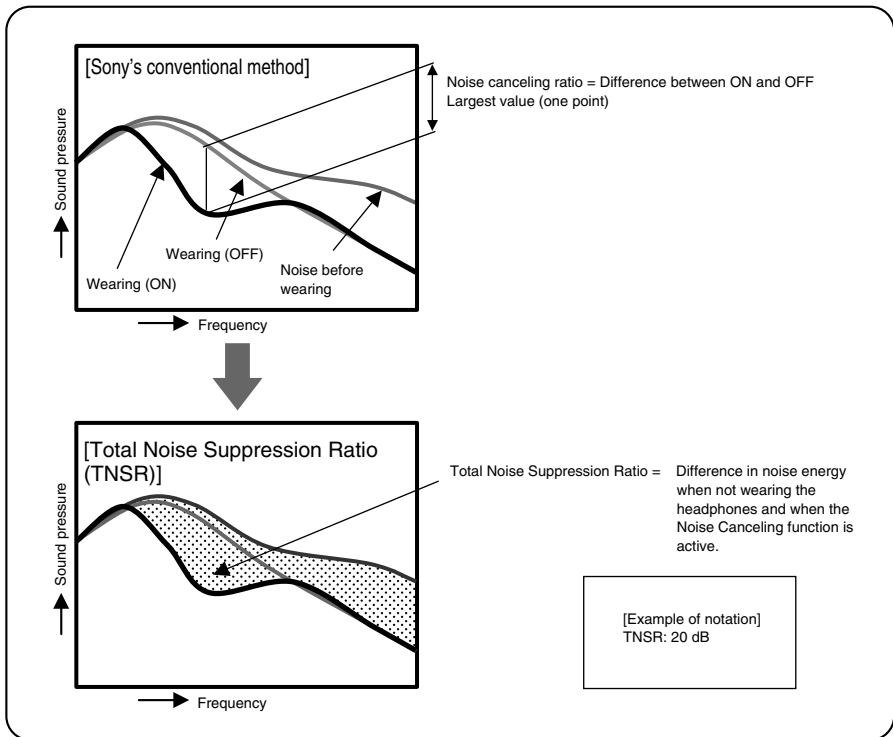
$$TNSR = 10 \log (P / P_0)$$

- P_0 = Energy of sound observed at the ear not wearing headphones
- P = Energy of sound observed at the ear wearing headphones

* The above energy of sound measurements are weighted.

TNSR is the value measured using the noise signal based on a broad spectrum.

As compared with the method of measuring the noise canceling ratio at a certain point of frequency, TNSR enables the canceling performance in the actual usage environment to be more objectively evaluated.

Moreover, it can evaluate the canceling performance in each noise environment by using the signals to simulate the spectrum distribution of real-world noise such as an airplane and a train.

Total Noise Suppression Ratio (typical values)

Unit: dB

	Airplane	Train/Bus	Office
NC MODE A	20.0	18.0	17.1
NC MODE B	17.0	20.3	18.3
NC MODE C	14.9	15.0	18.9

- Based on Sony's one noise source simulations.
- Note: Noise canceling ratio (Sony's conventional method) more than 25 dB (at MODE A)